



(10) **AT 514847 A1 2015-04-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 757/2013 (51) Int. Cl.: **B29C 45/76** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 30.09.2013 **B29C 45/77** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2015 **B29C 45/78** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2010008287 A1  
US 4411609 A  
WO 02076704 A1  
EP 0947305 A2

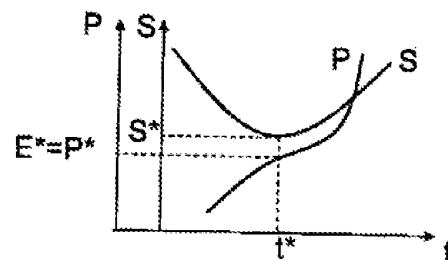
(71) Patentanmelder:  
ENGEL AUSTRIA GMBH  
4311 SCHWERTBERG (AT)

(72) Erfinder:  
Gießauf Josef Dipl.Ing.  
4320 Perg (AT)  
Pillwein Georg Dipl.Ing. Dr.  
4210 Gallneukirchen (AT)

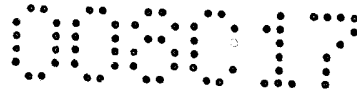
(74) Vertreter:  
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan  
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler  
Christoph MMag. Dr.  
Innsbruck

(54) **Verfahren zur Bestimmung eines Sollwerts für einen Einstellparameter**

(57) Verfahren zur Bestimmung eines Sollwerts für einen Einstellparameter bei einem Gießprozess. wobei Gießmaterial in einer fluiden Phase wenigstens einmal unter Druck in eine durch zwei Formhälften gebildete Formkavität (4) gefüllt wird, wobei eine Schließkraft auf die Formhälften während des Füllens der Formkavität (4) ausgeübt wird, wobei wenigstens ein Verlauf einer für die Schließkraft charakteristischen Größe gemessen wird, ein Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe einerseits und einem Parameter des Gießprozesses andererseits bestimmt wird und der Sollwert für den Einstellparameter aus dem Zusammenhang bestimmt wird.



AT 514847 A1 2015-04-15



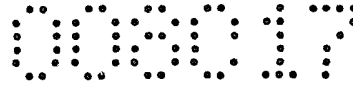
74649 32/sf

1

### Zusammenfassung:

Verfahren zur Bestimmung eines Sollwerts für einen Einstellparameter bei einem Gießprozess, wobei Gießmaterial in einer fluiden Phase wenigstens einmal unter Druck in eine durch zwei Formhälften gebildete Formkavität (4) gefüllt wird, wobei eine Schließkraft auf die Formhälften während des Füllens der Formkavität (4) ausgeübt wird, wobei wenigstens ein Verlauf einer für die Schließkraft charakteristischen Größe gemessen wird, ein Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe einerseits und einem Parameter des Gießprozesses andererseits bestimmt wird und der Sollwert für den Einstellparameter aus dem Zusammenhang bestimmt wird.

(Fig. 1a)



74649 32/sf

1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Sollwerts für einen Einstellparameter bei einem Gießprozess gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 27.

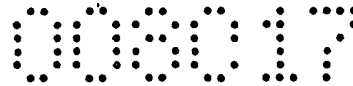
Unter einer Formgebungsmaschine ist dabei jegliche Maschine zu verstehen, welche dazu geeignet ist, Gießmaterial in einer fluiden Phase unter Druck in eine Formteilkavität zu füllen. Insbesondere sind dies Spritzgießmaschinen, Druckgussmaschinen, Spritzpressen und dergleichen.

Im Folgenden wird der Stand der Technik bei einem Spritzgießprozess beschrieben, wobei die Problematiken auch auf andere Gießprozesse übertragbar sind.

Beim Einspritzen von Gießmaterial in eine Formkavität wird beispielsweise eine Schnecke oder ein Kolben in Richtung Formkavität bewegt. Als Sollwertvorgabe für diese Bewegung kann ein Geschwindigkeitsprofil über Weg oder Zeit, ein Druckprofil über Weg oder Zeit, oder ein Wegprofil über der Zeit vorgegeben sein. In der Praxis ist es üblich, Kombinationen aus verschiedenen Phasen mit unterschiedlichen Vorgaben nacheinander zu verwenden.

Besonders etabliert hat sich die Durchführung von zunächst einer geschwindigkeitsgeregelten Einspritzphase mit einer anschließenden druckgeregelten Phase (Nachdruckphase). An die Nachdruckphase schließt eine Kühlphase (Kühlzeit) an, in der das Formteil auf eine für die Entformung geeignete Temperatur abgekühlt wird.

In diesen drei Phasen des Spritzgießprozesses werden die Eigenschaften des hergestellten Spritzgießteils im Wesentlichen bestimmt. Den während dieser Phasen wirksamen Einstellgrößen sowie der Dauer dieser Phasen kommt prozesstechnisch also eine besondere Bedeutung zu. Beispiele für wesentliche Parameter in diesen drei Phasen sind:



**Einspritzphase: Einspritzgeschwindigkeitsprofil und Umschaltpunkt**

**Nachdruckphase: Nachdruckprofil und Nachdruckzeit**

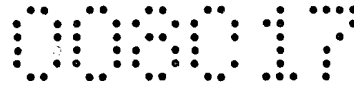
**Kühlphase: Werkzeugtemperatur und Kühlzeit**

Der Übergang von der Einspritzphase auf die Nachdruckphase kann bei Erreichen einer bestimmten Position, eines bestimmten Druckes, oder nach Ablauf einer bestimmten Zeit erfolgen. Dieser Übergang wird im Folgenden auch als Umschaltpunkt bezeichnet.

Der Übergang von der Nachdruckphase auf die Kühlphase und das Ende der Kühlphase werden üblicherweise zeitabhängig gesteuert.

Der Übergang (die Umschaltung) von geschwindigkeitsgeregelter Einspritzphase auf die druckgeregelter Nachdruckphase erfolgt üblicherweise abhängig davon, dass eine bestimmte Größe einen Schwellenwert über- oder unterschreitet. In der Praxis werden beispielsweise häufig Schneckenposition, Spritzdruck, Einspritzzeit oder Forminnendruck als Umschaltkriterium verwendet. Idealerweise wird versucht, den Umschaltpunkt so zu wählen, dass zum Umschaltzeitpunkt im Wesentlichen eine volumetrische Füllung der Kavität gewährleistet ist. Die geschwindigkeitsgeregelter Einspritzphase dient dann hauptsächlich der Formfüllung während die anschließende druckgeregelter Nachdruckphase vorwiegend dem Schwindungsausgleich dient. Erfolgt die Umschaltung zu früh, wird die Kavität erst in der folgenden druckgeregelter Nachdruckphase vollständig gefüllt, wodurch der Prozess sehr anfällig gegenüber Schwankungen der Materialviskosität werden kann. Außerdem kann es nach dem Umschalten zu einem deutlichen Einbruch des Spritzdrucks kommen, wenn die Form noch nicht vollständig gefüllt ist. Erfolgt die Umschaltung hingegen zu spät, so kann dies zur Überfüllung der Kavität und in der Folge zu starkem Druckanstieg, Überspritzung, Gratbildung, erhöhtem Werkzeugverschleiß und anderen negativen Effekten führen. Eine nicht optimale Einstellung des Umschaltpunkts hat also zahlreiche negative Konsequenzen, die einer stabilen Produktion im Wege stehen.

Die optimale Einstellung des Umschaltpunkts ist jedoch in der Praxis nicht unbedingt leicht zu bewerkstelligen. Oft behilft man sich einer sogenannten Füllstudie, bei der

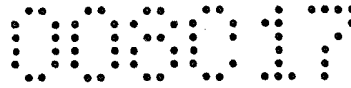


der Einspritzprozess in der geschwindigkeitsgeregelten Einspritzphase zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorzeitig abgebrochen wird und der Füllgrad der produzierten Teile begutachtet wird. Auf Basis der teilgefüllten Teile wird dann der vermeintlich optimale Umschaltzeitpunkt ermittelt. Dies ist nicht nur zeitaufwändig sondern garantiert auch nicht immer das gewünschte Resultat. Auch wenn der Einspritzvorgang am Umschaltzeitpunkt beendet wird, dauert es eine gewisse Zeit bis der Spritzdruck vollständig abgebaut ist. In diesem Zeitraum wird weiteres Material in die Kavität befördert. Es ist also nicht ohne weiteres möglich den genauen Füllzustand zum Umschaltzeitpunkt am fertigen Teil abzulesen.

Bezüglich der Einspritzgeschwindigkeit bestehen ähnliche Problematiken. Bei hohen Einspritzgeschwindigkeiten steigt der Spritzdruck aufgrund des erhöhten Volumenstroms stark an, während sich der Druck bei geringen Einspritzgeschwindigkeiten durch das Abkühlen der Schmelze während des Einspritzvorgangs erhöht.

Die Nachdruckhöhe und die Nachdruckzeit sind ebenso wesentlich. In dieser Phase wird die durch das Abkühlen des Formteils hervorgerufene Schwindung kompensiert und die Abmessungen des fertigen Formteils wesentlich mitbestimmt. Die Nachdruckzeit sollte möglichst höher sein als die sogenannte Siegelzeit. Der Siegelzeitpunkt ist jener Zeitpunkt ab dem der Anschnitt des Teils soweit eingefroren ist, dass kein Materialtransport in das Formnest mehr möglich ist. Ist die Nachdruckhöhe zu gering bzw. die Nachdruckzeit zu kurz, kann dies aufgrund der mangelnden Kompensation der Schwindung zu Einfallstellen oder Lunkern am Formteil führen. Sind Nachdruckhöhe und/oder Nachdruckzeit auf einen zu großen Wert eingestellt, so ist der Prozess aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht auch nicht mehr optimal. Die klassische Methode zur Bestimmung der minimalen bzw. optimalen Nachdruckzeit beinhaltet eine systematische Variation der Nachdruckzeit und eine Gewichtsmessung der produzierten Teile, ist also wiederum relativ zeitaufwändig.

Die Kühlphase ist mitbestimmend für die Konturtreue und den Verzug der Formteile. Eine zu kurze Kühlzeit reduziert die Konturtreue der Formteiloberfläche bzw. kann zu



erhöhtem Verzug führen. Ist die Kühlzeit länger als erforderlich, so reduziert dies die Produktivität und erhöht den Energieverbrauch. Idealerweise sollte sich der Forminnendruck zu Ende der Kühlzeit zumindest annähernd auf Umgebungsdruck abbauen.

Sind darüber hinaus Nachdruckzeit und/oder Nachdruckhöhe zu gering einstellt, kann es dazu kommen dass das Formteil während der Kühlzeit durch die Schwindung den Kontakt zur Werkzeugwand verliert („wegschwindet“) und so kein guter Wärmeübergang mehr möglich ist. Dies reduziert die Effektivität der Kühlung und verlängert die erforderliche Kühlzeit unnötig.

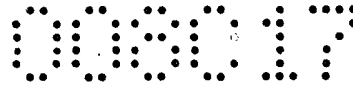
Im Allgemeinen ist also das Auffinden geeigneter Werte für Einstellparameter bei einem Gießprozess schwierig und zeitaufwändig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren bereit zu stellen, welches eine vereinfachte Bestimmung von Sollwerten für Einstellparameter eines Gießprozesses ermöglicht. Des Weiteren soll eine Formgebungsmaschine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 27 gelöst.

Dies geschieht, indem wenigstens ein Verlauf einer für die Schließkraft charakteristischen Größe gemessen wird, ein Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe einerseits und einem Parameter des Gießprozesses andererseits bestimmt wird und der Sollwert für den Einstellparameter aus dem Zusammenhang bestimmt wird.

In den meisten Fällen wird die Schließkraft relativ direkt als Hydraulikdruck eines Schließzylinders oder als diejenige Kraft, welche ein elektrischer Schließantrieb auf eine Formauffspannplatte ausübt, gemessen. Es ist jedoch auch denkbar, beispielsweise Verformungen an der Schließeinheit oder einem Formwerkzeug zu messen, welche für die Schließkraft charakteristisch sind. Der erhaltene Verlauf einer



für die Schließkraft charakteristischen Größe muss dann für die Zwecke der Erfindung nicht in die Schließkraft selbst umgerechnet werden, sondern kann direkt zur Ermittlung des Zusammenhangs verwendet werden.

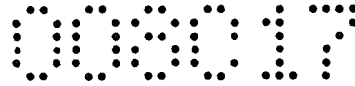
Im Folgenden wird jedoch zum Zwecke der Einfachheit und der Konkretheit auf die Messung der Schließkraft und den Schließkraftverlauf Bezug genommen, wobei Fachleuten stets bewusst ist, dass eine Messung einer für die Schließkraft charakteristischen Größe, welche beispielsweise in einem bekannten Funktionalzusammenhang zur Schließkraft steht, den gleichen Zweck erfüllen kann.

Als Parameter des Gießprozesses können jegliche den Gießprozess charakterisierende (beispielsweise Schließkraft) oder während des Gießprozesses auftretende Größen (beispielsweise Schneckenposition) verwendet werden.

Basierend auf an der Maschine vorliegenden Messwerten und Sensorsignalen (insbesondere der Schließkraft) können mit Hilfe eines erfindungsgemäßen Verfahrens optimale Werte für relevante Einstellgrößen in den unterschiedlichen Phasen des Gießprozesses (insbesondere Einspritz-, Nachdruck und Kühlphase) ermittelt bzw. die bestehende Einstellung überprüft und dem Bediener gegebenenfalls entsprechende Hinweise für eine Verbesserung der Einstellung gegeben werden.

Es ist dabei für die Erfindung unerheblich, ob die Bewegung in Einspritz- bzw. Nachdruckphase gesteuert oder geregelt durchgeführt wird. Ebenso ist es unerheblich, ob zum Einbringen und Verteilen der Schmelze im Formhohlraum eine Schnecke, ein Kolben, oder ein anderes bewegliches Element – z.B. ein Prägeelement im Spritzgießwerkzeug - zum Einsatz kommt. Die genannten Profile können im einfachsten Fall auch lediglich aus einem konstanten Wert bestehen.

Der erfindungsgemäß bestimmte Sollwert für einen Einstellparameter kann auf verschiedene Arten weiterverwendet werden. Zum einen kann dieser von der Maschine automatisch als Sollwert für eine geregelte oder gesteuerte Bewegung verwendet werden. Andererseits kann er auch einfach als ein Vorschlag für einen



6

Bediener angezeigt werden oder es kann ein Warnhinweis angezeigt werden, falls der eingestellte Sollwert vom erfindungsgemäß bestimmten Sollwert erheblich abweicht.

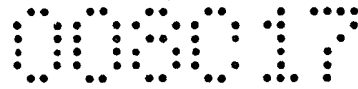
Es ist zu bemerken, dass nicht unbedingt ein Zusammenhang zwischen dem Schließkraftverlauf und dem jeweiligen Einstellparameter hergestellt werden muss. In vielen Fällen kann es vorteilhaft sein, eine aus dem Schließkraftverlauf abgeleitete Größe mit dem Einstellparameter in Zusammenhang zu stellen. Beispiele für solche Größen wären eine Werkzeugatmung, eine Ableitung des Schließkraftverlaufs nach der Zeit, einer Position oder einer anderen unabhängigen Größe und dergleichen. Des Weiteren können beispielsweise eine Fouriertransformation zum Herausfiltern von Oszillationen durchgeführt werden oder ein einzelner Punkt aus dem Schließkraftverlauf (beispielsweise ein Extremwert) kann extrahiert werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, dass als Zusammenhang eine Zuordnung eines Zeitparameters zum Schließkraftverlauf oder einer aus dem Schließkraftverlauf abgeleiteten Größe sowie eine Zuordnung des Zeitparameters zum Parameter des Gießprozesses verwendet wird. Da viele Parameter an Formgebungsmaschinen ohnehin in Abhängigkeit der Zeit gemessen werden, kann dies eine besonders einfache Implementation der Erfindung darstellen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, dass als Zusammenhang eine Zuordnung des Einstellparameters zum Schließkraftverlauf oder einer aus dem Schließkraftverlauf abgeleiteten Größe verwendet wird. In vielen Fällen kann der Zusammenhang auf diese Weise besonders einfach dargestellt werden.

Die genannten Zuordnungen können bevorzugt als Kurven bzw. Diagramme dargestellt werden. (Siehe hierzu die Figren.) Insbesondere, wenn die Ermittlung des Sollwerts für den Einstellparameter automatisch erfolgt, muss dies jedoch nicht der



7

Fall sein. Dafür ist es ausreichend, wenn die Zuordnung innerhalb der Maschinensteuerung vorliegt.

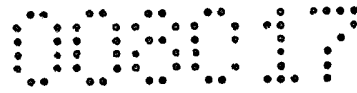
In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Schwellenwert oder ein Zielwert für den gemessenen Verlauf oder eine aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe vorgegeben wird und über den Zusammenhang der dem Schwellenwert oder dem Zielwert entsprechende Wert des Parameters des Gießprozesses ermittelt und als Sollwert für den Einstellparameter bestimmt wird.. Bei der Verwendung eines Zielwerts muss keine exakte Übereinstimmung mit demselben erreicht werden. Im Normalfall wird das Erreichen einen Wertebereichs um den Zielwert herum als Bedingung verwendet werden.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass ein Wert des Parameters des Gießprozesses, welcher einem Extremwert des gemessenen Verlaufs oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe entspricht, über den Zusammenhang ermittelt und als Sollwert für den Einstellparameter bestimmt wird. Je nachdem welcher Einstellparameter optimiert werden soll und ob die Schließkraft oder eine daraus abgeleitete Größe verwendet wird, kann ein geeignetes Kriterium ausgewählt werden, wobei vorzugsweise eine generische Form des zu untersuchenden Zusammenhangs berücksichtigt wird.

Für eine besonders schnelle Optimierung der Einstellparameter kann vorgesehen sein, dass genau ein Gießzyklus, bei dem Gießmaterial in die Formkavität gefüllt wird, durchgeführt wird.

Bei komplexen Zusammenhängen oder, wenn eine besonders genaue Einstellung der Sollwerte von Nöten ist, kann vorgesehen sein, dass mehrere Gießzyklen, bei denen Gießmaterial in die Formkavität gefüllt wird, durchgeführt werden, wobei der Einstellparameter bei den verschiedenen Gießzyklen variiert wird.

Je nachdem für welchen Einstellparameter ein Sollwert gefunden werden soll, muss ein passender Parameter des Gießprozesses, welcher einer Variation (während eines Gießzyklus oder während mehrerer Gießzyklen) unterliegt, verwendet werden.



8

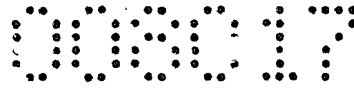
In manchen Fällen kann der Einstellparameter selbst als Parameter verwendet werden. Beispiele hierfür sind:

- eine Einspritzgeschwindigkeit einer Einspritzbewegung,
- eine Nachdruckhöhe,
- eine Zylindertemperatur eines Einspritzzylinders,
- eine Werkzeugtemperatur,
- ein Staudruck,
- eine Schneckendrehzahl sowie
- Heißkanaltemperaturen.

Beispiele für Einstellparameter, die durch Variation eines anderen Parameters optimiert werden können, sind:

- ein Umschaltpunkt zwischen einer geschwindigkeits- und einer druckgeregelten Phase einer Einspritzbewegung, wobei eine Schneckenposition als Parameter verwendet werden kann,
- ein Siegelpunkt und/oder ein Endzeitpunkt einer Einspritzbewegung, wobei eine Nachdruckzeit als Parameter verwendet werden kann,
- eine Nachdruckzeit, wobei ein Zeitparameter als Parameter verwendet wird,
- eine Schließkraft, wobei eine momentane Schließkraft als Parameter verwendet wird,
- eine Kühlzeit, wobei ein Zeitparameter als Parameter verwendet wird, sowie
- eine Spritzdruckgrenze, wobei der Spritzdruck als Parameter verwendet werden kann.

Natürlich ist es auch bei den Einstellparametern, welche durch Variation eines anderen Parameters bestimmt werden können, möglich, den Sollwert durch Variation des Einstellparameters selbst zu bestimmen. Durch die Bestimmung des Sollwerts mittels eines anderen Parameters kann jedoch erreicht werden, dass nur ein einziger Zyklus durchgeführt werden muss, was das Einstellen des Gießprozesses entscheidend verkürzen kann.



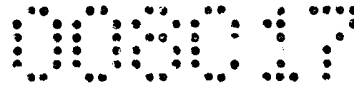
9

In einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Sollwert für den Einstellparameter bei der Regelung oder Steuerung einer Formgebungsmaschine verwendet wird, wobei besonders bevorzugt der Sollwert automatisch von der Regelung oder Steuerungseinrichtung der den Gießprozess durchführenden Formgebungsmaschine übernommen wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind anhand der Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

- Fig. 1a und 1b      Fiktive, Einstellparameter betreffende Zusammenhänge zur Verdeutlichung des Grundprinzips der Erfindung,  
Fig. 2                verschiedene Zusammenhänge zur Ermittlung eines Umschaltpunkts,  
Fig. 3                einen Zusammenhang zur Ermittlung einer Einspritzgeschwindigkeit,  
Fig. 4a, 4b und 5   verschiedene Schließkraftverläufe bzw. Differenzschließkraftverläufe variierender Nachdruckzeit ,  
Fig. 6                einen aus den Figuren 4 und 5 resultierenden Zusammenhang zur Bestimmung eines Siegelpunktes sowie  
Fig. 7                eine erfindungsgemäße Spritzgießmaschine mit elektrischem Schließantrieb sowie  
Fig. 8                eine erfindungsgemäße Spritzgießmaschine mit hydraulischem Schließantrieb.

In Figur 1a ist ein fiktiver Zusammenhang zwischen einer aus dem Schließkraftverlauf abgeleiteten Größe S und einem Parameter P dargestellt, wobei beide Größen in Abhängigkeit der Zeit t dargestellt sind. Im vorliegenden Fall wird als Kriterium für den Sollwert  $E^*$  des Einstellparameters E der Zeitpunkt bestimmt, bei dem die aus dem Schließkraftverlauf abgeleitete Größe S als Extremwert ein Minimum aufweist. Dieser Zeitpunkt ist mit  $t^*$  bezeichnet. Dadurch ergibt sich der zu ermittelnde Sollwert für den Einstellparameter E als  $E^*=P^*$ .



10

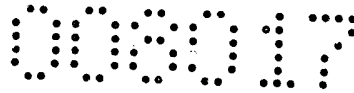
In der Figur 1b ist ein fiktiver Zusammenhang zwischen einer aus dem Schließkraftverlauf abgeleiteten Größe S und einem Parameter P, welcher in diesem Fall der Einstellparameter E selbst ist, dargestellt. Als Kriterium für die Auswahl des Sollwertes  $E^*$  für den Einstellparameter ist dabei der Minimalwert  $S^*$  vorgegeben. Der Sollwert  $E^*=P^*$  für den Einstellparameter ergibt sich dann aus diesem Zusammenhang.

In Figur 2a ist das Ergebnis einer Versuchsreihe dargestellt, wobei zu verschiedenen Umschaltzeitpunkten (parametrisiert durch das Schneckenorraumvolumen) der Kraftanstieg zum Umschaltzeitpunkt beobachtet wurde. Über einen vorab festgelegten Schwellenwert (dargestellt durch eine horizontale, strichlierte Linie) kann automatisch ein Schneckenorraumvolumen definiert werden, welcher als Sollwert für den Umschaltzeitpunkt dienen kann. (In diesem Fall fällt der vierte Messpunkt zufällig genau auf die Grenze.)

Einer der Vorteile der Erfindung besteht darin, dass der Schwellenwert zumindest für viele Gießprozesse nur in Abhängigkeit der Formgebungsmaschine (nicht des Formwerkzeugs) gewählt werden kann, wodurch eine zuverlässige Einstellung des Gießprozesses erreicht werden kann, ohne dass der Bediener jahrelange Erfahrung diesbezüglich hat.

In Figur 2b ist eine alternative Bestimmung des Sollwerts aufgezeigt. Im oberen Diagramm ist die Schließkraft aufgetragen gegen die Zeit dargestellt. Im zweiten Diagramm der Figur 2b ist die Schneckenposition aufgetragen gegen die Zeit dargestellt. Durch Festlegung eines Schwellenwertes für die Schließkraft kann ein entsprechender Sollwert für die Schneckenposition gefunden werden.

Die Ausführungsformen aus den Figuren 2a und 2b unterscheiden sich dadurch, dass in ersterer mehrere Zyklen durchgeführt werden müssen und für zweitere lediglich ein Zyklus nötig ist. (Da die Schneckenposition aufgrund der bekannten Geometrie der Schnecke und des Einspritzzylinders in ein Volumen des Schneckenorraums umgerechnet werden kann, sind die durch die beiden verschiedenen erfindungsgemäßen Verfahren bestimmten Sollwerte gleichwertig.)



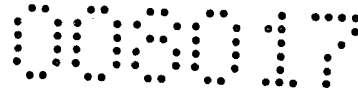
In Figur 3 ist als aus dem Schließkraftverlauf abgeleitete Größe ein Atmungswert (das heißt eine Verformung der Schließeinheit oder des Werkzeugs aufgrund des Einspritzdrucks) in Abhängigkeit einer Einspritzgeschwindigkeit dargestellt. Als Kriterium für den Sollwert  $v^*$  ist hier das Minimum der Kurve vorgesehen.

Die Berechnung der Werkzeugatmung aus der Schließkraft erfolgt unter vorheriger Bestimmung einer effektiven Federkonstante, welche die Verformung der Schließeinheit der Formgebungsmaschine unter Schließkraft und Einspritzdruck beschreibt.

Figuren 4, 5 und 6 betreffen ein Verfahren zur Bestimmung eines Siegelpunktes. Zur Verdeutlichung der Entstehung der Figur 5 sind in den Figuren 4a und 4b zum einen zwei Schließkraftverläufe und zum anderen die Differenz der beiden Schließkraftverläufe dargestellt. Die Schließkraftverläufe unterscheiden sich dahingehend, dass bei ihrer Erstellung mit verschiedenen Nachdruckzeiten operiert wurde. Wie sich dieser Unterschied im Schließkraftverlauf niederschlägt, wird in Figur 4b deutlich. Durch die etwas längere Nachdruckzeit wird zusätzliches Gießmaterial in die Kavität befördert, wodurch sich der Druck in der Kavität und folglich die Schließkraft erhöht. Natürlich ist auch eine leichte Zeitverschiebung zwischen den Maxima der beiden Schließkraftverläufe zu erkennen, welche ebenfalls ein Resultat der unterschiedlich langen Nachdruckzeiten ist.

In Figur 5 sind mehrere Differenzschließkraftverläufe wie aus Figur 4b dargestellt. Dabei wurden Gießzyklen mit Nachdruckzeiten zwischen 0,2 und 2,6 Sekunden durchgeführt, wobei jeweils Zeitschritte von 0,2 Sekunden verwendet wurden. Die Kurven sind Differenzkurven zwischen Schließkraftverläufen, welche sich je durch 0,2 Sekunden unterschiedlicher Nachdruckzeit auszeichnen.

Wie zu erkennen ist, stellt sich ab einer gewissen Nachdruckzeit eine uniforme Differenzkurve ein, wobei lediglich das Maximum der Differenzkurven um den Unterschied in der Nachdruckzeit verschoben ist. Daraus kann geschlossen werden, dass ab dem Zeitpunkt, bei dem die Uniformität der Differenzkurven einsetzt, der



12

Siegelpunkt erreicht ist. Deutlicher dargestellt ist dies in Figur 6, bei der jeweils die Differenz der Maxima – welche in diesem Fall die Rate der Druckänderung darstellt – gegen die Nachdruckzeit aufgetragen ist. Als Kriterium wird hier verwendet, dass die aufgetragene Rate der Druckänderungen unter einen Schwellenwert fällt bzw. im Wesentlichen verschwindet.

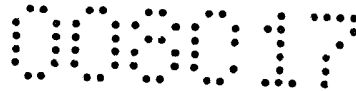
Wie aus dem in Figur 6 dargestellten Zusammenhang zu erkennen ist, kann durch ein erfindungsgemäßes Verfahren eine einfache und genaue Bestimmung des Siegelpunktes erreicht werden. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, durch die Plastifizierschnecke dem Nachdruckprofil ein variiertes Druckprofil zu überlagern. Dieses Druckprofil ist vor dem Erreichen des Siegelpunktes im Schließdruckverlauf deutlich sichtbar. Nach dem Erreichen des Siegelpunktes ist dies nicht mehr Fall, da das Gießmaterial im Angusskanal erstarrt ist. Auch auf diese Weise kann also der Siegelpunkt bestimmt werden.

In den Figuren 7 und 8 ist jeweils eine erfindungsgemäße Spritzgießmaschine 1 mit einer Schließeinheit 2 und einer Einspritzeinheit 3 dargestellt, wobei im ersten Fall ein elektrischer Schließantrieb und im zweiten Fall ein hydraulischer Schließantrieb vorhanden ist.

Die Einspritzeinheit 3 verfügt in diesem Ausführungsbeispiel über eine Plastifizierschnecke 5, durch welche Gießmaterial – beispielsweise plastifizierter Kunststoff – in eine Formteilkavität 4 gefüllt werden kann. Die dünnste Stelle nahe an der Formkavität 4, an welcher beim Befüllen zuerst ein Erhärten des Gießmaterials stattfindet wird Abschnitt 9 genannt. Zum Antrieb der Plastifizierschnecke 5 dient der Einspritzantrieb 6.

Die genannten Sensoren sowie der Einspritzantrieb sind jeweils mit der Steuer- oder Regeleinrichtung 7 verbunden.

Ein Schneckenwegsensoren kann durch einen Drehgeber im Einspritzantrieb 6 realisiert werden.

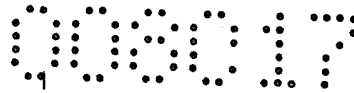


13

Weitere Sensoren, welche zur Messung von Parametern an der Spritzgießmaschine 1 dienen können, umfassen einen Hydraulikdrucksensor 12 (Fig. 8), einen Kraftsensor 13 (Fig. 7) zur Messung einer von einem elektrisch ausgeführten Schließantrieb ausgeübten Schließkraft, einen Forminnendrucksensor 10, einen Drucksensor 11 nahe des Anschnitts 9 und einen Spritzdrucksensor 8.

Der Kraftsensor 13 kann als Dehnungsmessstreifen oder als Drehmomentsensor im Antrieb ausgeführt sein.

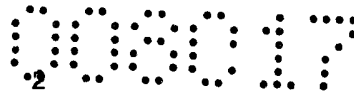
Innsbruck, am 30. September 2013



74649 32/fr

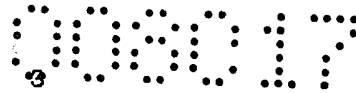
**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Bestimmung eines Sollwerts für einen Einstellparameter bei einem Gießprozess, wobei Gießmaterial in einer fluiden Phase wenigstens einmal unter Druck in eine durch zwei Formhälften gebildete Formkavität (4) gefüllt wird, wobei eine Schließkraft auf die Formhälften während des Füllens der Formkavität (4) ausgeübt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
  - wenigstens ein Verlauf einer für die Schließkraft charakteristischen Größe gemessen wird,
  - ein Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe einerseits und einem Parameter des Gießprozesses andererseits bestimmt wird und
  - der Sollwert für den Einstellparameter aus dem Zusammenhang bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusammenhang eine Zuordnung eines Zeitparameters zum gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe sowie eine Zuordnung des Zeitparameters zum Parameter des Gießprozesses verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusammenhang eine Zuordnung des Parameters des Gießprozesses zum gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schwellenwert oder ein Zielwert für den gemessenen Verlauf oder eine aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe vorgegeben wird und über den Zusammenhang der dem Schwellenwert oder dem Zielwert entsprechende Wert des Parameters des Gießprozesses ermittelt und als Sollwert für den Einstellparameter bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wert des Parameters des Gießprozesses, welcher einem Extremwert des gemessenen Verlaufs oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten



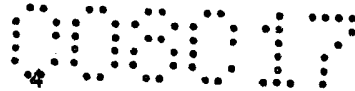
74649 32/fr

- Größe entspricht, über den Zusammenhang ermittelt und als Sollwert für den Einstellparameter bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass genau ein Gießzyklus, bei dem Gießmaterial in die Formkavität (4) gefüllt wird, durchgeführt wird.
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Gießzyklen, bei denen Gießmaterial in die Formkavität (4) gefüllt wird, durchgeführt werden, wobei der Parameter des Gießprozesses bei den verschiedenen Gießzyklen variiert wird.
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für einen Umschaltzeitpunkt zwischen einer geschwindigkeits- und einer druckgeregelten Phase einer Einspritzbewegung als Einstellparameter bestimmt wird, wobei eine Schneckenposition als Parameter verwendet wird.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für einen Siegelzeitpunkt und/oder einen Endzeitpunkt einer Einspritzbewegung als Einstellparameter bestimmt wird, wobei eine Nachdruckzeit als Parameter verwendet wird.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für eine Nachdruckzeit als Einstellparameter bestimmt wird, wobei ein Zeitparameter als Parameter verwendet wird.
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für eine Kühlzeit als Einstellparameter bestimmt wird, wobei ein Zeitparameter als Parameter verwendet wird.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für eine Spritzdruckgrenze als Einstellparameter bestimmt wird, wobei der Spritzdruck als Parameter verwendet wird.



74649 32/fr

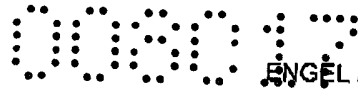
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sollwert für eine Schließkraft als Einstellparameter bestimmt wird, wobei eine momentane Schließkraft als Parameter verwendet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einspritzgeschwindigkeit einer Einspritzbewegung als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlzeit für ein zu produzierendes Formteil als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zylindertemperatur eines Einspritzzylinders als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Werkzeugtemperatur als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass ein Staudruck als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schneckendrehzahl als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Heißkanaltemperatur als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schließkraft als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.



74649 32/fr

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein Umschaltpunkt zwischen einer geschwindigkeits- und einer druckgeregelten Phase einer Einspritzbewegung als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass ein Nachdruckhöhe als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nachdruckzeit als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spritzdruckgrenze als Einstellparameter und als Parameter verwendet wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert für den Einstellparameter bei der Regelung oder Steuerung einer Formgebungsmaschine verwendet wird.
27. Formgebungsmaschine mit
  - einer Schließeinheit (2) zur Ausübung einer Schließkraft auf zwei eine Formkavität (4) bildende Formhälften,
  - einer Einspritzeinheit (3) zur Befüllung der Formkavität (4) mit einem Gießmaterial,
  - einem Messgerät (8,10,11,12,13) zur Messung wenigstens eines Verlaufs einer für die Schließkraft charakteristischen Größedadurch gekennzeichnet, dass eine mit dem Messgerät verbundene Steuer- oder Regeleinrichtung (7) vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, einen Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verlauf oder einer aus dem gemessenen Verlauf abgeleiteten Größe einerseits und einem Parameter des Gießprozesses andererseits zu bestimmen und einen Sollwert für den Einstellparameter aus dem Zusammenhang zu bestimmen.

Innsbruck, am 30. September 2013



ENGEL AUSTRIA GmbH  
74649

Fig. 1a

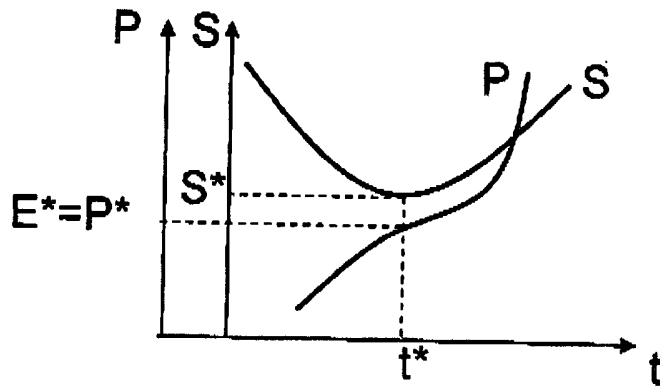
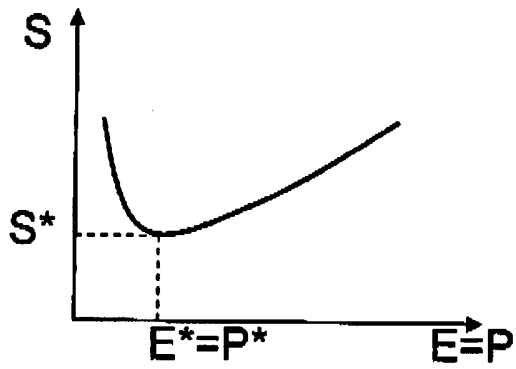
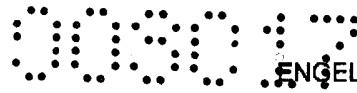


Fig. 1b





ENGEL AUSTRIA GmbH  
74649

Fig. 2a

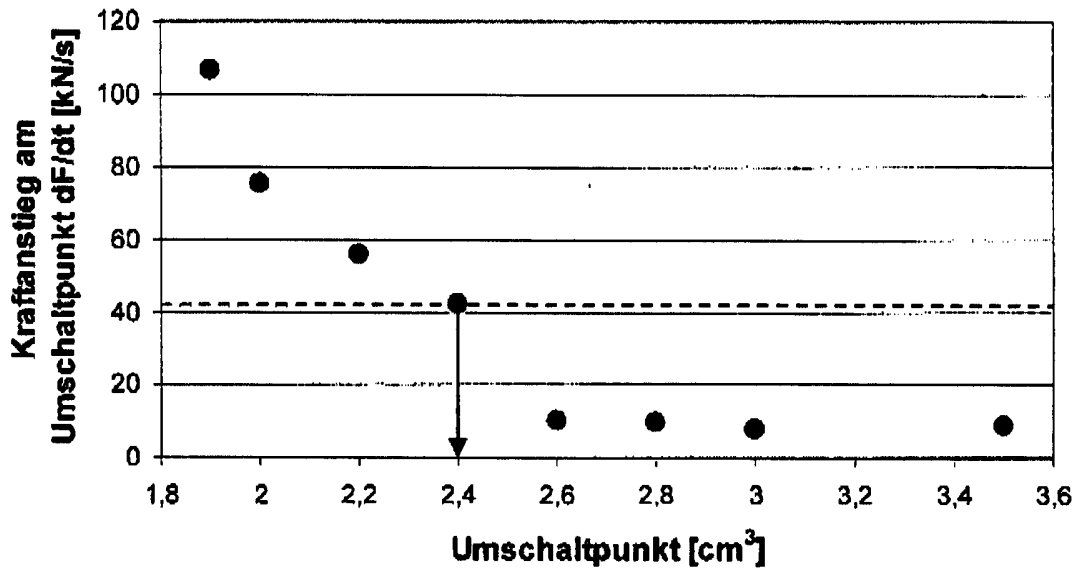
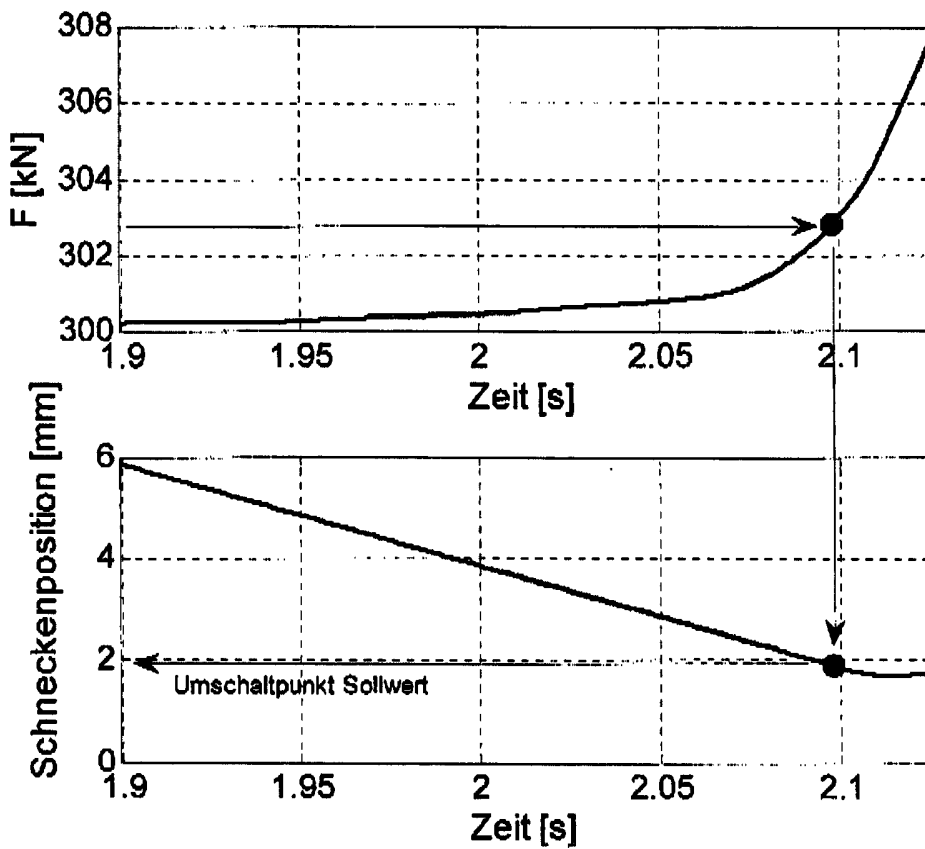
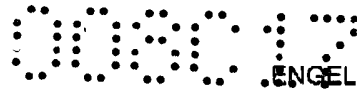


Fig. 2b





ENGEL AUSTRIA GmbH  
74649

Fig. 3

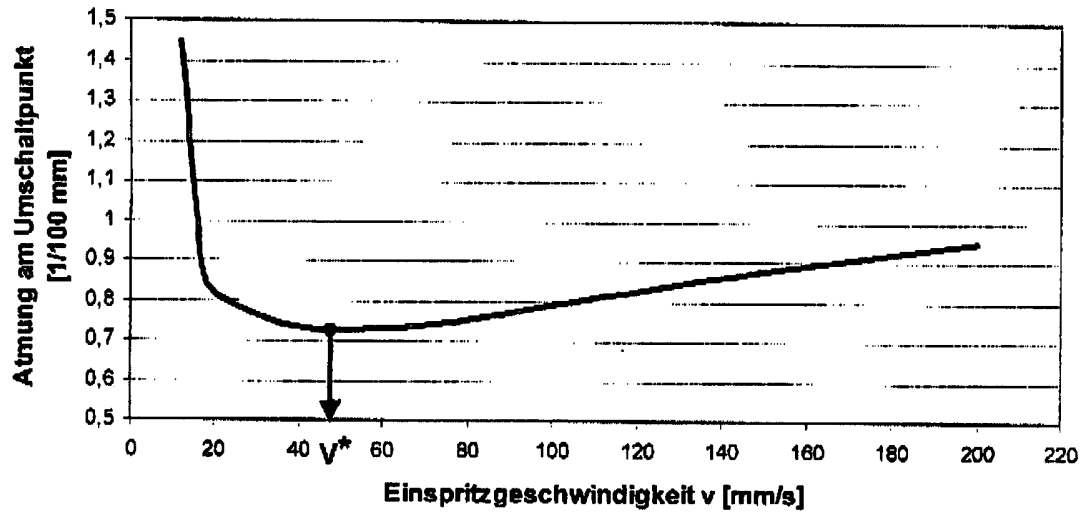


Fig. 4a

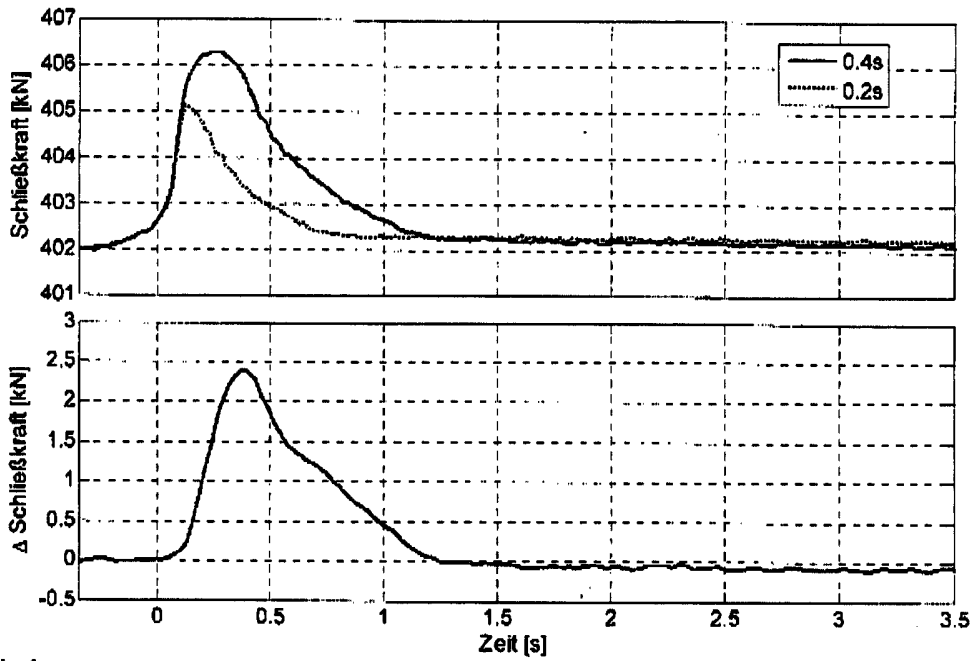
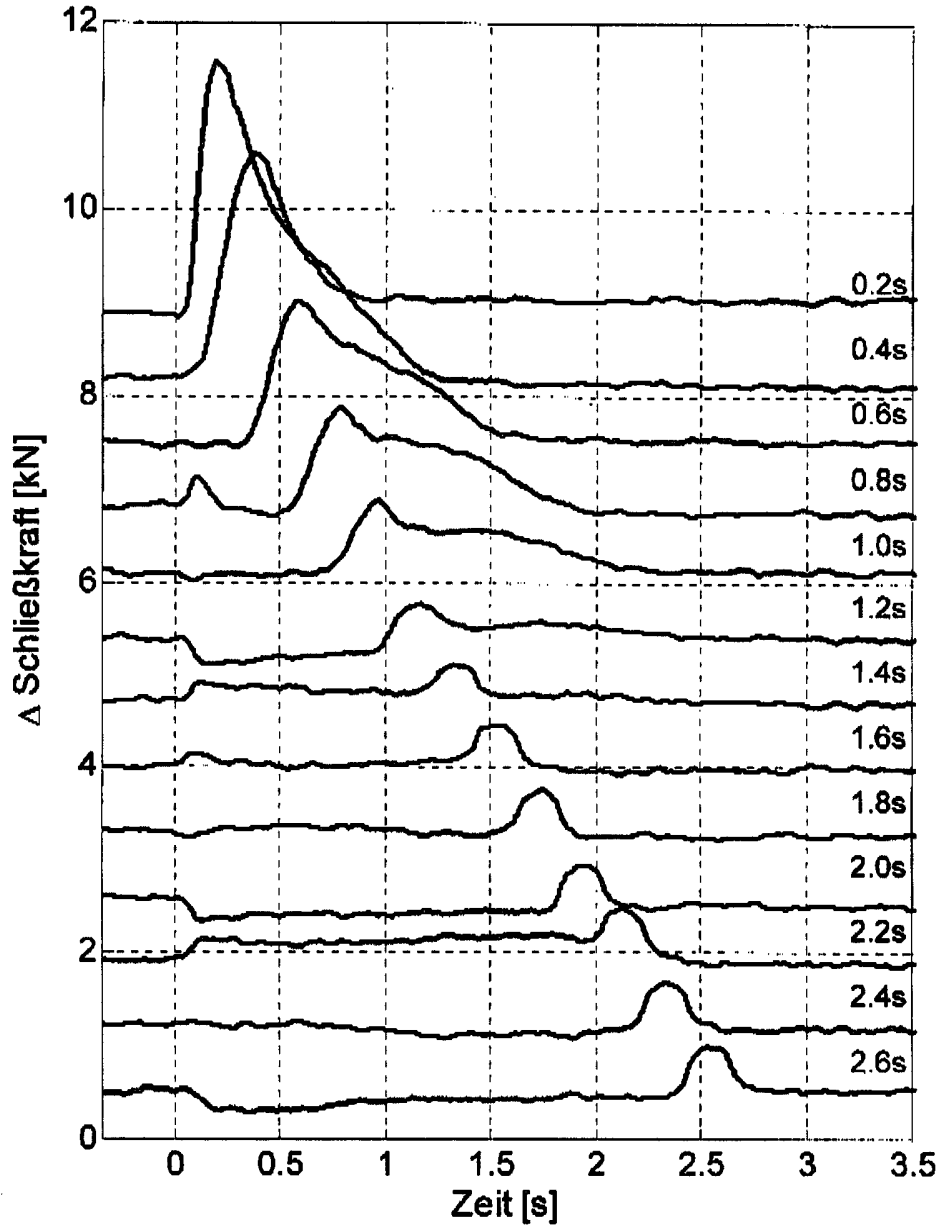


Fig. 4b

Fig. 5



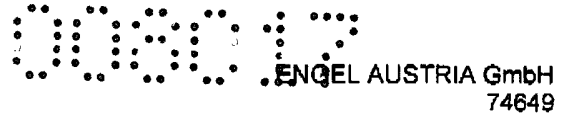
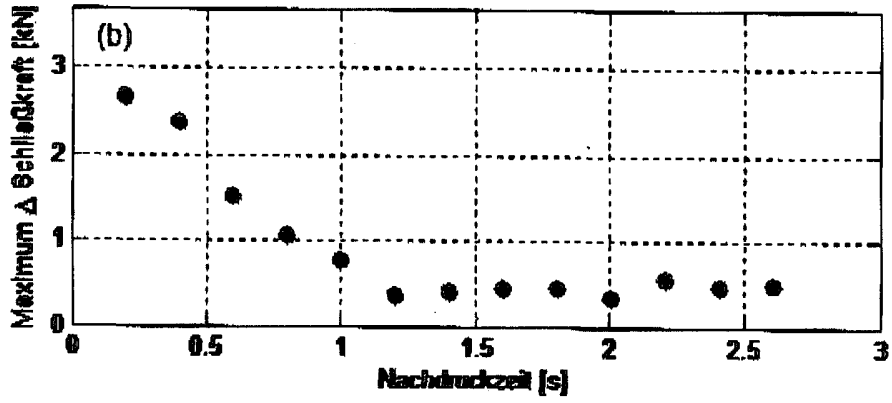


Fig. 6



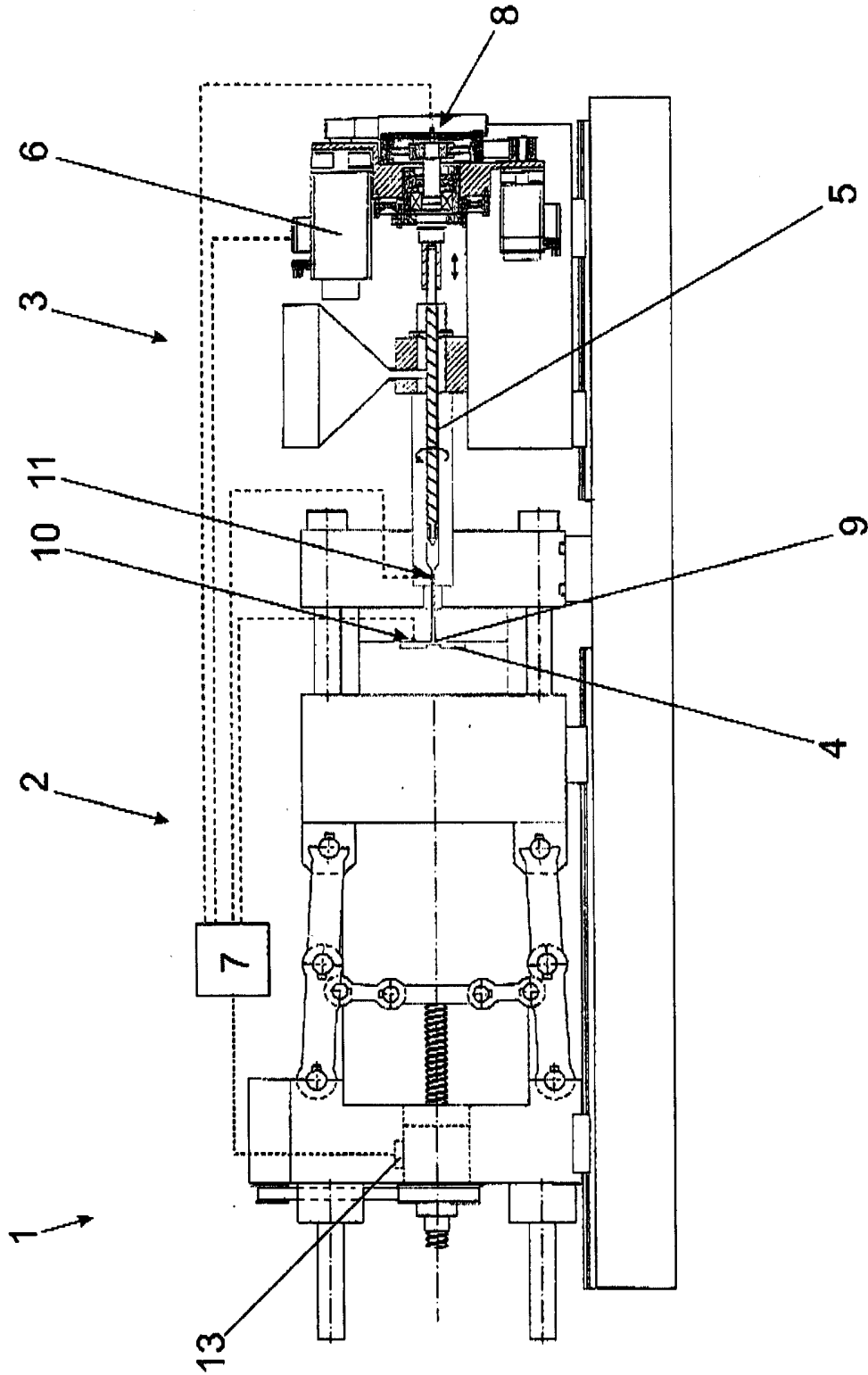


Fig. 7

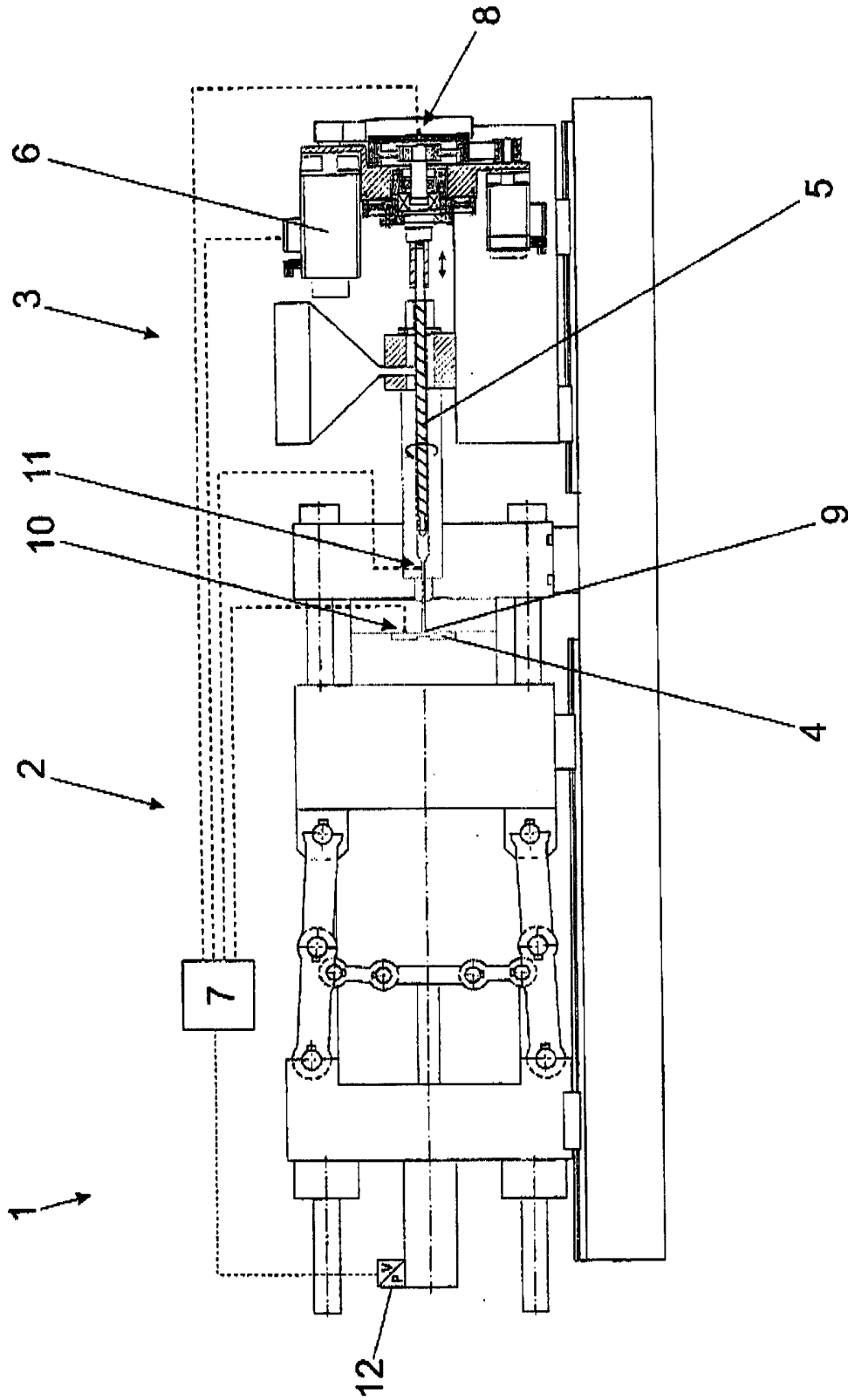


Fig. 8

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>B29C 45/76</b> (2006.01); <b>B29C 45/77</b> (2006.01); <b>B29C 45/78</b> (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>B29C 45/7653</b> (2013.01); <b>B29C 45/77</b> (2013.01); <b>B29C 45/78</b> (2013.01)
Recherchiertes Prüfmaterial (Klassifikation): B29C
Konsultierte Online-Datenbank:

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **30.09.2013** eingereichten Ansprüchen **1 - 27** erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2010008287 A1 (FICO BV [NL]) 21. Jänner 2010 (21.01.2010)	1 - 6, 8, 12 - 14, 19, 21, 22, 25 - 27
Y	Fig. 1 - 3, Figurenbeschreibung	9, 11, 15 - 18, 20, 23, 24
Y	US 4411609 A (YOSHII ET AL.) 25. Oktober 1983 (25.10.1983)	9, 16 - 18, 20, 23, 24
Y	Fig. 1 - 5, Figurenbeschreibung	
Y	WO 02076704 A1 (FREY) 03. Oktober 2002 (03.10.2002) Fig. 2, Figurenbeschreibung	11, 15
X	EP 0947305 A2 (HUSKY INJECTION MOLDING) 06. Oktober 1999 (06.10.1999)	1 - 5, 7, 12, 13, 21, 25 - 27
	Fig. 1 - 6, Figurenbeschreibung	

Datum der Beendigung der Recherche: 28.07.2014	Seite 1 von 1	Prüfer(in): KRANEWITTER Barbara
<sup>1)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.		<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.